

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 28.8.2002

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

Hakija  
Applicant

Kemira Metalkat Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20010259

Tekemispäivä  
Filing date

12.02.2001

Kansainvälinen luokka  
International class


F01N

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Reaktorikenno"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.



Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kaupp- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Reaktorikenna-Reaktorcell

### Tekniikan tausta

5 Keksinnön kohteena on kaasujen käsittelyssä käytettävä metallinen reaktorikenna sekä menetelmä sen valmistamiseksi.

10 Kaasujen käsittelyssä, kuten pakokaasujen ja savukaasujen puhdistuksessa, käytetään yleisesti reaktorikennoja, joissa on kanavia, joiden läpi kaasu johdetaan. Kanavien pinnalla on aktiivisia aineita, kuten katalyyttejä. Reaktorikennoja voidaan tehdä metallilevyistä. Levyt on päällystetty keraamisella huokoisella kantajalla, johon aktiiviset metallit tai metallioksidit on kiinnitetty. Myös kokonaan keraamisia reaktorikennoja valmistetaan.

15 Reaktorikennolle asetettavat mekaaniset vaatimukset ovat kasvaneet esim. tiukentuneiden ilmansuojelumääräysten johdosta. Reaktorikenna pyritään esim. pakokaasujen puhdistuksessa asentamaan mahdollisimman lähelle moottoria, jotta sen toiminta olisi riittävän tehokasta. Tällöin reaktorikennoon kohdistuu erittäin voimakkaita lämpötila- ja painevaihteluja. Lämpötilat yleensäkin ovat moottorin lähelle asennetuissa reaktorikennoissa korkeita, koska polttoaine pyritään polttamaan korkeassa lämpötilassa mahdollisimman vähäisen ilmamäärän kanssa.

20 Metallisen reaktorikennon painehäviöt ovat alhaiset, siinä on suuri geometrinen reaktiopinta-ala ja sen toiminta käynnistyy keraamista kennoa nopeammin. Keraaminen reaktorikenna on mekaanisesti suhteellisen kestävä, mutta sen kiinnittäminen esim. koteloon voi olla ongelmallista. Keraamiset reaktorikennoista tehdään yleensä vain nk. suorita kennoja, joissa kaasujen lämmön- ja aineensiirto-ominaisuudet eivät ole kaasun käsittelyn kannalta optimaalisia.

25 Metallisissa reaktorikennoissa käytetään usein poimulevyjä, jotka on joko rullattu tai taitettu S-muotoon yhteen sileiden levyjen kanssa. Reaktorikenna liitetään kaasuputkistossa olevaan koteloon yleensä joko kotelon pinnan hitsaus- tai juotosliitosten tai kotelon sisällä olevien listojen tai puikkojen avulla. On myös käytössä reaktorikenna, jossa poimulevyjä on asetettu päällekkäin sileiden levyjen kanssa ja ne on 30 kiinnitetty toisiinsa levyjen reunoissa olevilla hitsauksilla. Lisäksi tunnetaan reaktorikenna, jossa poimulevyjä on liitetty toisiinsa erittäin harvassa olevin juotos- tai hitsausliitosten avulla.

- Reaktorikennon kestävyyttä testataan nopeutetuilla testeillä, jossa reaktorikennoa kuormitetaan erittäin nopeilla lämpötila- ja painevaihteluilla. Markkinoilla olevat pakokaasujen puhdistuksessa käytettävät reaktorikennot kestävät vaativimmassa tämänkaltaisissa testissä rikkoutumattomana vain muutamia tunteja. Tulevaisuudessa reaktorikennojen tulisi kuitenkin kestää näissä testeissä kymmeniä tai jopa satoja tunteja.

### Keksinnön yleinen kuvaus

Nyt on keksitty kaasujen käsitetyssä käytettävä reaktorikunno, joka on erityisen kestävä myös vaativissa olosuhteissa.

- 10 Tämän tavoitteen saavuttamiseksi keksinnölle ovat tunnusomaisia seikat, jotka on esitetty itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Muissa patenttivaatimuksissa on esitetty keksinnön eräitä edullisia sovellutusmuotoja.

- Poimulevyllä tarkoitetaan tässä keksinnössä mitä tahansa levyä, jossa on poimu. Poimu on mitä tahansa levyn kohtaa, jonka pinta on eri tasossa levyn keskipinnan kanssa. Poimulevy voi olla esim. nystyröillä tai painanteilla poimutettu. Poimulevy voi olla myös levyn keskipinnan suhteen symmetrisesti tai epäsymmetrisesti suorasta levystä taivuttamalla tai prässäämällä tehty profiloitu levy. Profilointi voi olla esim. aaltomainen tai levy voi olla V-muotoisesti profiloitu. Toinen levy puolestaan on mikä tahansa muunlainen levy, joka voidaan kiinnittää poimulevyyn. Toinen levy voi olla poimulevy tai esim. sileä levy, reikälevy tai verkkolevy. Toinen levy voi myös olla poimulevystä taittamalla tai rullaamalla muodostettu levy.

- 25 Poimulevyn poimut voivat poimulevyn eri kohdissa olla erimuotoisia ja erikokoisia. Eri poimulevyissä poimut voivat olla niinikään erimuotoisia ja erikokoisia. Voidaan esim. koota reaktorikunno, jossa sen keskellä on lähellä toisiaan olevia tiheästi poimutettuja levyjä ja sen reunoilla on kauempana toisistaan olevia harvasti poimutettuja levyjä. Tällaisella ratkaisulla voidaan säädellä reaktorikennon sisäisiä virtauksia.

- 30 Poimun suunnalla tarkoitetaan tässä patenttihakemuksessa sitä suuntaa, mihin suuntaan poimun pinta on eniten eri tasossa poimun viereisen levyn pinnan kanssa. Profiloitussa levyssä poimun suunta on profiloinnin aaltojen tai urien suunta. Poimujen suunnat määräävät levyjen väliin jäävien kanavien suunnat. Täten poimutus vaikuttaa olennaisesti siihen, miten käsiteltävä kaasu virtaa reaktorikennon kanavissa.

Reaktorikennon levyjen poimun muoto, koko ja suunta sekä reaktorikennon poikkeileikkauksen aukkotiheys valitaan käyttökohteen mukaan. Reaktorikennon voi myös muodoltaan olla monenlainen, kuten spiraali, S-, J- tai V-muotoon taitettu tai päällekkäin ladottu tai taiteltu reaktorikennon. Aukkotiheys voi esim. olla 1 – 300 aukkoa per  $\text{cm}^2$ , kuten edullisesti 1 – 10 tai 10 – 50 tai 50 – 100 tai 100 – 300 aukkoa per  $\text{cm}^2$ . Myös levyn paksuus voi vaihdella. Näin voidaan tehdä virtausominaisuuksiltaan hyvinkin erilaisia reaktorikennoja. Kotelon poikkipinnan muoto voi käyttökohteesta riippuen vapaasti vaihdella. Se voi olla esim. pyöreä, ovaali tai puolisuunnikas. Edullisesti voidaan käyttää alalla vakiintuneita kotelon kokoja ja muotoja.

10 Reaktorikennon levyjen materiaali voi esim. pakokaasujen käsittelyssä olla ferriittistä rauta-kromi-alumiini -seosta, esim. W1.4767. Kennot voidaan tehdä myös esim. austeniittisestä korkean nikkeli- ja kromipitoisuuden sisältävästä ns. superseoksesta W2.4633.

15 Keksinnön mukainen reaktorikennon voidaan asentaa koteloon, jonka muoto vastaa reaktorikennon muotoa. Tällöin kotelossa on mahdollisimman vähän nk. kuolleita kohtia tai ohivirtauskohtia. Myös tämä ratkaisu tehostaa reaktorikennon toimintaa. Myös tämä monipuolistaa keksinnön käyttöä.

20 Poimulevy on mekaanisesti jäykempi ja vahvempi kuin sileä levy. Levyn poimut voivat vähentää myös esim. kaasujen virtausten aiheuttamia resonansseja reaktorikennossa. Levyn poimut lisäävät reaktorikennon kontaktipinta-alaa, jolloin reaktorikennon toiminta on tehokkaampaa. Profiloiduilla levyillä on lisäksi ominaisuus joustaa sisäisesti esim. lämpölaajenemisen johdosta. Tällöin liitokset eivät rikkoutu niin helposti kuin sileiden levyjen pinnoissa olevat liitokset.

25 Levyjen toisiinsa kiinnittämisessä voidaan käyttää hitsausta, kuten vastushitsausta tai sädehitsausta. Nämä soveltuvat reaktorikennon valmistukseen erityisen hyvin, koska niillä voidaan nopeasti ja paikallisesti liittää suuri määrä levyjä kerralla kiinni toisiinsa. Levyjen väliset liitokset voidaan tehdä myös juottamalla.

30 Keksinnön mukainen kenno on mekaanisesti olennaisesti lujempi kuin mikään tunnettu metallinen reaktorikennon. Sen kestoikä erittäin vaativissa moottoritesteissä on jopa 5 – 10 -kertainen kaupallisiin markkinoilla saatavissa oleviin kilpaileviin tuotteisiin verrattuna. Se voidaan sijoittaa välittömästi moottorin läheisyyteen, koska se kestää erittäin vaihteleviakin olosuhteissa pitkään rikkoutumatta.

Keksinnön mukainen reaktorikennon voidaan valmistaa myös suhteellisen ohuista levyistä, jolloin sen terminen massa vähenee. Tämän seurauksena reaktorikennon läm-

- penee nopeammin ja sen toiminta myös käynnistyy nopeasti. Tällöin myös sen toimintaedellytykset erittäin vaativissa olosuhteissa ovat erittäin hyvät. Ohuista levyistä valmistettu keksinnön mukainen reaktorikenno aiheuttama painehäviö on myös alhainen. Levyjen paksuudet voivat esim. olla 0,01 – 0,2 mm, kuten 0,02 – 0,05 mm. Poimujen korkeudet voivat esim. olla 0,2 – 5 mm, kuten 0,1 – 2 mm.

- Keksinnön eräänä kohteena on reaktorikennon poimulevy, joka on kiinnitetty ainakin jostakin poimusta tiheillä liitoksilla kiinni toiseen levyyn siten, että levyjen väliin jää kanavia. Poimuista tapahtuva levyjen yhteen kiinnittäminen jäykistää reaktorikennoa olennaisesti ja siitä tulee mekaanisesti erityisen kestävä myös vaativissa olosuhteissa. Reaktorikennosta saadaan mekaanisesti erityisen kestävä, kun poimujen liitokset ovat mahdollisimman lähellä toisiaan. Tämä voidaan toteuttaa esim. kiinnittämällä levyjä kiinni toisiinsa siten, että reaktorikennossa on 10 – 1000 liitosta per  $\text{cm}^3$ , kuten edullisesti 10 – 50 tai 50 – 200 tai 200 – 500 tai 500 – 1000 per  $\text{cm}^3$ .

- Keksinnön eräänä kohteena on levyjen esihapetus. Levyjen esihapetuksen todettiin yllättäen parantavan levyjen toisiinsa kiinnittymistä erityisesti vastushitsauksessa. Levyjen esihapetus voidaan tehdä esim. esihelikutuksella tai kemiallisella hapetuksella.

- Levyjä voidaan esihapettaa hehkuttamalla esim. 0,1 – 10 h lämpötilassa 500 – 1000 °C, kuten edullisesti 1 - 3 h lämpötilassa 700 - 800 °C. Alumiinipitoisten levyjen pintaan muodostuu tällöin alumiinioksidikerros. Tämä ohut alumiinioksidikerros tehostaa vastushitsausta. Oksidikerros voi muodostua myös muista aineista tai yhdisteistä kuin alumiinista.

- Keksinnön eräänä kohteena on reaktorikenno, jossa on päällekkäisiä levyjä, joiden päällekkäiset poimut ovat vinossa kulmassa toisiinsa nähden. Reaktorikennosta saadaan kestävä ja tehokas, kun siinä on toisiinsa kiinnitettyjä poimulevyjä, jotka on päällekkäin siten, että päällekkäisten levyjen poimut ovat kiinni toisissaan ja ne ovat eri suunnassa toisiinsa nähden. Tällaisessa reaktorikennossa levyjen pintojen ja puhdistettavan pakokaasun kontaktipinta-ala on suuri ja sen toimintaedellytykset ovat hyvät.

Päällekkäin kiinnitetyt poimulevyt, joiden poimut ovat vinossa kulmassa toisiinsa nähden, voivat olla profiloituja levyjä. Toisiinsa kiinnitetyt profiloidut levyt kosketavat toisiaan vain poimujen yhtymäkohdissa. Kiinnittämällä profiloidut levyt poi-

mujen suuntien suhteen vinoon kulmaan esim. hitsaus- tai juotosliitoksilla 1 – 5 mm välein saadaan reaktorikennosta erityisen kestävä.

5 Profiloidut levyt, joiden poimut kiinnitetään vinoon kulmaan toisiinsa nähden, voidaan valmistaa esim. profiloidusta levynauhasta, jonka profiloinnit ovat vinossa kulmassa levynauhan reunojen kanssa. Levynauhasta leikataan reaktorikennon muo-  
toisia levyjä, jotka ladotaan profiloinnin suhteen ristikkäin päällekkäin siten, että jo-  
ka toinen levy käännetään ennen niiden asentamista päällekkäin. Levynauhasta voi-  
daan tehdä profiloituja levyjä taittamalla levynauhaa päällekkäin vuorotellen eri  
suuntiin. Levynauhan profilointi voi tyypillisesti olla 8 – 45 asteen kulmassa levy-  
10 nauhan reunojen kanssa, edullisesti levynauhan profilointi on 10 – 30 asteen kul-  
massa. Tällöin toisiinsa liitettyjen profiloitujen levyjen poimujen välinen suunta-  
kulma on edullisesti 20 – 60 astetta.

15 Vinoon kulmaan päällekkäin kiinnitetyistä profiloiduista levyistä tehdyssä reaktori-  
kennossa käsiteltävä kaasu virtaa myös levyjen sivusuunnassa. Tämä sekoittaa kaa-  
sua ja tasaa virtausjakautumaa kennossa.

20 Profiloiduista levyistä tehdyssä reaktorikennossa levyjen poimujen välinen suunta-  
kulma voi olla esim. 5 – 90 astetta. Mitä suurempi tämä kulma on, sitä pistemäi-  
sempiä ovat poimulevyjen väliset kosketuskohdat. Tällöin siis levyjen reaktiopinta  
on mahdollisimman suuri. Toisaalta suuri profilointikulma voi aiheuttaa käsiteltävän  
25 aineen tai yhdisteen virtaukseen painehäviöitä liiallisen turbulenssin takia. Edulli-  
sesti päällekkäin olevien profiloitujen levyjen poimujen välinen suuntakulma on  
käsiteltävän kaasun virtaussuunnassa 20 – 60 astetta, kun käsitellään esim. poltto-  
moottorin pakokaasuja.

25 Tasainen virtausjakauma tasaa reaktorikennon lämpötiloja ja tällöin sisäiset lämpöti-  
lajännitykset ovat pienempiä. Tasainen virtausjakautuma tehostaa reaktorikennon  
toimintaa yleensäkin. Tällöin reaktorikennon toimintaedellytykset paranevat. Käyt-  
tämällä peräkkäin useampia reaktorikennoja, joissa levyjen suunnat ovat erilaiset,  
saadaan käsiteltävän kaasun virtauksia tasattua erittäin hyvin. Tällaisia reaktoriken-  
noja voidaan liittää myös useita peräkkäin. Peräkkäiset reaktorikennot, joissa levy-  
30 jen suunnat ovat ainakin osittain ristissä keskenään, voivat olla rakenteeltaan esim.  
spiraalimaisia, S-muotoon taitettuja, päällekkäin ladottuja tai taitettuja levyjä.

Keksinnön eräänä kohteena on levyjen ja reaktorikennon kiinnittäminen koteloon.  
Kotelossa voi olla sen pinnassa reaktorikennon kohdassa kiinnitysurat, jotka kiinnit-  
tävät reaktorikennon levyjä koteloon sisäpintaan. Kiinnitysuria tehtäessä koteloon,

jossa reaktorikennno on kotelon sisällä, levyjen reunat kääntyvät kotelon suuntaisiksi. Tämä lujittaa kotelon ja reaktorikennnon välistä liitosta. Tällöin reaktorikennnon levyjä ei välttämättä tarvitse kiinnittää toisiinsa. Kiinnitysurat estävät myös kotelon sisäseinän mukaisia kaasun ohivirtauksia.

- 5 Kiinnitysuria voi tyypillisesti olla esim. 2 – 8 kpl. Kiinnitysurat sijaitsevat edullisesti lähellä toisiaan reaktorikennnon ja kotelon välisen lämpölaajenemisen minimoimiseksi. Tyypillisesti kiinnitysurien etäisyys toisistaan on 10 – 30 mm ja kiinnitysurien syvyys ja leveys on 0,5 – 2,0 mm. Edullisesti kiinnitysurat sijaitsevat olennaisesti reaktorikotelon keskiosassa tai käsiteltävän kaasun virtaussuunnassa katsoen
- 10 kotelon alkupäässä.

- Reaktorikennno voidaan kiinnittää koteloon myös hitsausliitosten avulla esim. hitsaamalla reaktorikennno kiinni koteloon ulkopuolelta. Erityisen vahva kiinnitys levyjen ja reaktorikennnon sekä kotelon välille saadaan aikaan, kun hitsaus suoritetaan kiinnitysuran pohjasta kotelon läpi. Edullisesti voidaan käyttää laser-hitsausta, mutta
- 15 myös esim. TIG- ja MIG-hitsausta voidaan käyttää.

- Keksinnön eräänä kohteena on reaktorikennnon asentaminen kartiomaiseen koteloon. Reaktori voidaan koota myös kartiomaiseen koteloon käyttämällä reaktorikennnon valmistuksessa kartiomaisen kotelon muotoon leikattuja tai taitettuja levyjä. Kartiomaisen kotelon seinät jäykistävät reaktorikennnon rakennetta, koska reaktorikennno
- 20 kiilautuu kotelon seinien mukaisesti kartiomaisesta kohdasta. Kartiomaiset seinät lukitsevat reaktorikennnot koteloon hyvin myös ilman kotelon pinnan uria tai hitsauksia. Kartiomainen kotelo voi olla muodoltaan esim. katkaistu kartio, katkaistu särmäkartio tai soikko. Se voi olla muodoltaan symmetrinen tai epäsymmetrinen.

- Kartiomaisessa kotelossa, jossa kaasun virtaussuunnassa katsoen kotelon etureunan poikkipinta-ala on pienempi verrattuna kotelon keskiosan pinta-alaan, on reaktorikennnon etuosassa syntyvä turbulenssi vähäistä. Tällöin reaktorikennnon toiminta tehostuu ja virtausvastukset ovat suhteellisen pienet. Kartiomaisen kotelon seinän kartiointikulma on tyypillisesti 3 – 30 astetta.
- 25

- Kartiomaiseen koteloista voidaan liittää toinen kartiomainen kotelo vastakkain tai molemmista päistään kartiomaiseen koteloon voidaan asentaa kaksi kartiomaista reaktorikennnoa vastakkain. Tällaisista reaktorikennnoista saadaan erityisen tehokkaita, kun reaktorikennnojen poimulevyinä käytetään poimulevyjä, jotka kiinnitetään toisiinsa poimutuksen suhteen vinoon suuntakulmaan ja reaktorikennnot liitetään lisäksi toisiinsa siten, että niiden levyjen suunnat ovat ainakin osittain ristissä keskenään.
- 30

- Reaktorikennon etuosan aiheuttama painehäviö on erityisen merkittävä. Sylinterimäisessä reaktorikennossa etuosan painehäviö voi olla jopa puolet koko reaktorikennon painehäviöstä. Etukartion aiheuttaman painehäviö on keskeisesti riippuvainen sisääntuloputken ja reaktorikennon etupään poikkipinta-alojen suhteesta. Etupäähän päin supistuvassa reaktorikennossa tämä suhde on edullinen. Tällöin virtauksen turbulenssiaste pienenee ja painehäviö alenee merkittävästi.

Kartiomaisiin koteloihin voidaan liittää muunkin mallisia reaktorikennoja tai koteloihin. Voidaan esim. käyttää koteloa, joka on molemmista päistään kartiomainen ja keskeltä suora.

- 10 Kartiomaisten reaktorikennon poimulevyt ovat edullisesti muodoltaan sellaisia, että niiden poimujen korkeus on toisessa päässä pienempi kuin toisessa päässä. Tällaisessa levyssä voi esim. toisessa päässä olla matalasti profiloituja U-muotoisia uria, jotka portaattomasti muuttuvat levyn toiseen päähän mentäessä korkeammiksi V-muotoisiksi uriksi. Valitsemalla poimujen korkeusero sopivasti voidaan reaktorikennon koota kokonaisista yhteen hitsatuista levyistä, jolloin reaktorikennon mekaaninen kestävyys on hyvä ja sen valmistus on samalla yksinkertaista.

### Keksinnön erityinen kuvaus

Seuraavassa keksinnön eräitä sovellutuksia selostetaan yksityiskohtaisesti oheisiin piirustuksiin viittaamalla.

- 20 Kuvio 1 esittää reaktorikennorakennetta
- Kuvio 2 esittää reaktorikennoa, jossa on profiloituja levyjä.
- Kuvio 3 esittää kahta toisiinsa liitettyä reaktorikennoa.
- Kuvio 4 esittää reaktorikennoa, joka on kiinnitetty koteloon kiinnitysurien ja hitsausliitosten avulla.
- 25 Kuvio 5 esittää reaktorikennoa, joka on asetettu kartiomaiseen koteloon.

- 30 Kuviossa 1 reaktorikennossa 1 on poimulevy 2, joka on kiinnitetty poimuista 31 päällä olevaan poimulevyyn 3 ja alla olevaan tasolevyyn 4 liitoksilla 5. Poimulevy 2 on aaltomaisesti profiloitu levy, jonka paksuus on noin 0,1 mm ja poimujen korkeus on noin 1 mm. Poimulevy 2 on myös kiinnitetty poimuista 31 saman poimulevyn 2 taitettuun osaan. Reaktorikenno on asetettu koteloon 7. Reaktorikennossa 1 on alimmaisena poimulevy 6, joka on V-muotoisesti profiloitu levy, joka on kiinnitetty



liitoksilla 5 tasolevyyn 4. Levyjen 2, 3, 4, 6 väliin on muodostunut kanavia 9, joiden läpi käsiteltävä kaasu johdetaan. Levyjen 2, 3, 4, 6 väliset liitokset 5 ovat 0,5 – 1,5 mm päässä toisistaan.

5 Kuviossa 2 reaktorikennossa 11 on päällekkäin asetettuja poimulevyjä 12, 13, jotka ovat profiloituja levyjä. Poimulevyt 12, 13 on kiinnitetty liitosten 15 avulla toisiinsa siten, että levyn 12 poimut 32 ovat noin 30 asteen kulmassa levyn 13 poimujen 33 kanssa. Käsiteltävä kaasu virtaa kanavissa 19 poimujen 32, 33 suuntaisesti ja samalla jatkuvasti sekoittuu.

10 Kuviossa 3 reaktorikennoon 1a, jossa on profiloituja levyjä 2a, on liitetty reaktorikenno 1b, jossa on profiloituja levyjä 2b. Reaktorikennot 1a, 1b on liitetty toisiinsa siten, että reaktorikennojen 1a, 1b profiloidut levyt 2a, 2b ovat 90 asteen kulmassa keskenään. Profiloidut levyt 2a on kiinnitetty toisiinsa siten, että levyjen 2a poimut 31a ovat kulmassa keskenään ja profiloidut levyt 2b on kiinnitetty toisiinsa siten, että levyjen 2b poimut 31b ovat kulmassa keskenään. Käsiteltävä kaasu pääsee virtaamaan reaktorikennossa 2a kanavissa 9a ja reaktorikennossa 2b kanavissa 9b. Kanavissa 9a, 9b kaasut sekoittuvat sisäisesti suunnissa, jotka ovat 90 asteen kulmassa keskenään. Tällöin reaktorikennojen 2a, 2b kautta kulkeva kaasu sekoittuu näissä molemmissa suunnissa erittäin tehokkaasti.

20 Kuviossa 4 reaktorikenno 41 on asetettu koteloon 47. Reaktorikenno 41 on kiinnitetty koteloon 41 kotelon pinnassa olevan kiinnitysurien 43, 44, 45 avulla. Kiinnitysurat ovat kiinni reaktorikennon 41 levyissä 42. Kiinnitysuran 43 pohjalle on lisäksi tehty hitsausliitos 46. Tällöin reaktorikenno 41 kiinnittyy paitsi kiinnitysurien 43, 44, 45 avulla niin myös hitsausliitoksen 46 avulla koteloon 47. Edellä kuvattu kiinnitystapa on erityisen tukeva, koska sekä kiinnitysurat 43, 44, 45 että hitsausliitos 25 kiinnittyvät reaktorikennon 41 levyihin 42.

30 Kuviossa 5 keksinnön mukainen reaktorikennot 51, 52 on asetettu koteloon 57, joka on kartiomainen molemmista päistään. Reaktorikennot 51, 52 kiilautuvat kotelon 57 seiniä 57a, 57b sekä myös toisiaan vastaan, kun niihin kohdistuu käsiteltävän kaasun virtauspaineita. Myös käsiteltäessä kaasuja korkeassa lämpötilassa reaktorikennojen lämpölaajeneminen kiilaa reaktorikennoja 51, 52 kotelon seiniä 57a, 57b päin, jolloin ne kiinnittyvät tukevasti koteloon 57. Kotelon 57 kartiomaisten osien kartiointikulma  $\alpha$  on noin 7 astetta. Kartiomaisten kotelon 57 ja reaktorikennon 51 kaasuvirtauksen turbulenssista ja oikovirtauksista aiheutuvat paine- ja tehohäviöt ovat erityisen vähäiset.

Keksinnön mukaiselle reaktorikennon sovellutukselle (Kemira) ja eräille markkinoilla saatavilla oleville reaktorikennoille tehtiin vertaileva mekaaninen kestävyystesti (Sykli 2010) Reaktorikennossa 42 oli vinoon profiloituja aallotettuja levyjä 2, 3, jotka oli kiinnitetty vastushitsauksilla tiheydellä 200 liitosta per  $\text{cm}^3$  poimujen 31, 32, 33 suhteen 40 asteen kulmaan keskenään. Reaktorikunno asetettiin muodoltaan pyöreään koteloon 47, ja reaktorikunno kiinnitettiin koteloon kolmen kiinnitysuran 43, 44, 45 avulla. Lisäksi yhden kiinnitysuran pohjalle tehtiin hitsausliitos 46 laserhitsauksella.

Testattavat reaktorikennot asetettiin moottoritestipenkissä olevan moottorin (Saab 2,0L 16-V) pakosarjaan kiinni. Asennusten jälkeen moottori käynnistettiin ja lämmitettiin osakuormalla kunnes moottorin termostaatti tasaantui. Testissä toistettiin 50 sekunnin joutokäyntivaiheita ja täystehovaiheita. Täystehovaiheessa kierrokset olivat aluksi 5500 rpm ja ne laskettiin 4700 rpm:ään ennen joutokäyntivaihetta. Täystehon aikana syötettiin paineilmaa ennen reaktorikennoa sen verran, että lämpötila saatiin nousemaan noin 1020 °C:een reaktorikennossa. Joutokäyntivaiheessa avattiin voimakkaampi paineilmasyöttö tarkoituksena pudottaa lämpötila nopeasti alle 400 °C:een.

Syklin voimakas mekaaninen kuormitus perustuu korkean lämpötilaan, suureen kaasuvirtaan, voimakkaisiin kaasupulsseihin, lämpötilan nopeaan vaihteluun sekä pakosarjan kautta kulkeutuvaan moottorin värinä. Sykli pysäytettiin 5 tunnin välein ja testattavat reaktorikennot tarkastettiin. Joissakin tapauksissa testi pysäytettiin jo aikaisemmin, mikäli havaittiin, että reaktorikunno oli jo mekaanisesti rikkoutunut. Vertailevien testien tulokset olivat seuraavat:

	<b>Reaktorikunno</b>	<b>Aika ja tulos</b>
25	Kemira naulattu pyöreä	5 h särkynyt
	NipponSteel	10 h särkynyt
	Juotettu Emitec	5,5 h särkynyt
	Juotettu Emitec	5 h särkynyt
	Kemira WMC	50 h ehjä

Testitulosten mukaan keksinnön mukaisen reaktorikennon sovellutus Kemira kesti rikkoutumattomana ainakin 5 – 10 kertaa kauemmin testiolosuhteissa kuin vertailureaktorikennot.

**Patenttivaatimukset**

1. Kaasujen käsittelyssä käytettävä metallinen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että siinä on esihapetettuja levyjä (2, 3, 4, 6), joiden välillä on liitoksia (5).
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että levyjä (2, 3, 4, 6) on esihapetettu hehkuttamalla, kuten 0,5 – 10 h lämpötilassa 500 – 1000 °C.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että levyjen (2, 3, 4, 6) välisiä liitoksia (5) on tehty hitsaamalla, kuten vastushitsauksella tai sädehitsauksella, tai juottamalla
4. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että ainakin osassa reaktorikemmoa (1) on 10 – 1000 liitosta (5) per cm<sup>3</sup>.
5. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, poimulevy (2, 3, 6) on profiloitu levy, kuten aallotettu levy (2, 3) tai V-muotoisesti profiloitu levy (6).
6. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että siinä on päällekkäin poimulevyjä (2, 3, 6), joiden poimujen (31) suunnat ovat vinossa kulmassa toisiinsa nähden.
7. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että reaktorikemmoon (1a) on liitetty toinen reaktorikemmo (1b) siten, reaktorikemmojen (1a, 1b) levyt (2a, 2b) ovat eri suunnassa keskenään.
8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että reaktorikemmo (41) on asennettu ja kiinnitetty koteloon (47) kotelon pinnassa olevan yhden tai useamman kiinnitysuran (43, 44, 45) avulla.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että reaktorikemmo (41) on lisäksi kiinnitetty reaktorikoteloon (47) kotelon pinnassa olevan yhden tai useamman hitsausliitoksen (46) avulla.
10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että kiinnitysurassa (43, 44, 45) on yksi tai useampi hitsausliitos (46).
11. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikemmo, **tunnettu** siitä, että reaktorikemmo (51, 52) on asetettu koteloon (57), jossa on kartiomaisia osia.

12. Menetelmä metallisen reaktorikennon valmistamiseksi, **tunnettu** siitä, esihape-  
tettuja levyjä (2, 3, 4, 6) kiinnitetään toisiinsa liitoksilla (5).

13. Patenttivaatimuksen 1 – 11 mukainen tai patenttivaatimuksen 12 mukaan val-  
mistettu reaktorikunno, **tunnettu** siitä, että reaktorikunnoa (1, 41, 51, 52) käytetään  
5 palamiskaasujen, kuten pakokaasujen tai savukaasujen puhdistukseen.

**(57) Tiivistelmä**

Tässä julkaisussa on kuvattu kaasujen käsittelyssä käytettävä reaktorikenno ja menetelmä sen valmistamiseksi. Metalisessa reaktorikennossa käytetään (41) esihapetettuja levyjä (2, 3, 4, 6), joiden välissä on liitoksia (5). Esihapetus voidaan tehdä esihenkuttamalla levyjä (2, 3, 4, 6) esim. 0,5 – 10 h lämpötilassa 500 – 1000 °C. Levyt voidaan liittää toisiinsa esim. hitsaamalla, kuten vastushitsauksella tai sädehitsauksella, tai juottamalla.

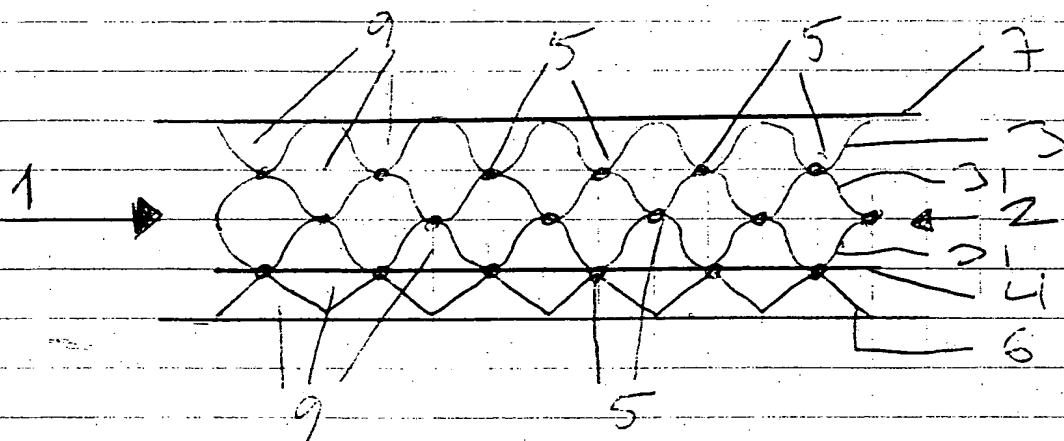


FIG 1

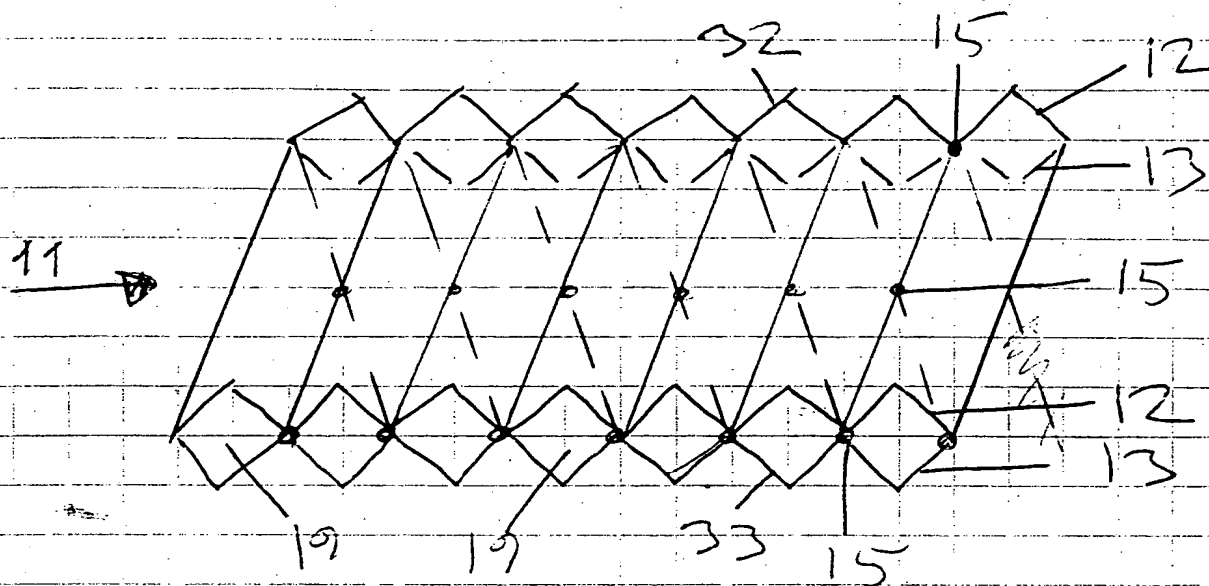


FIG. 2

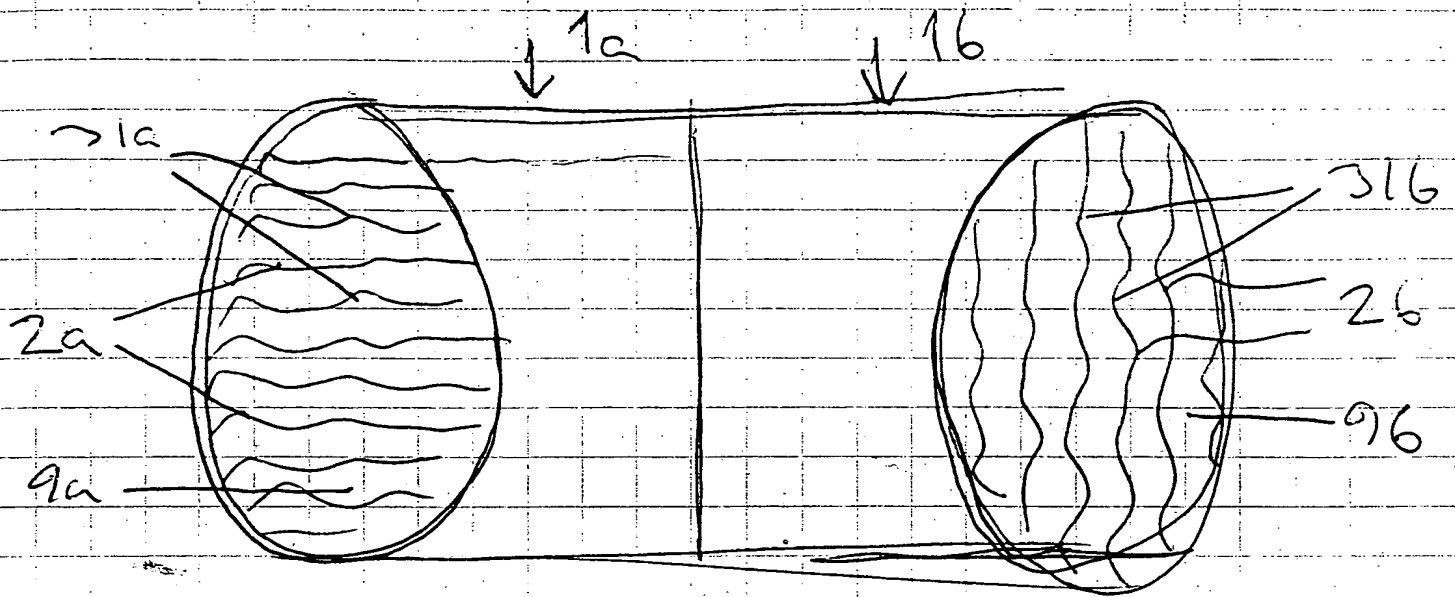
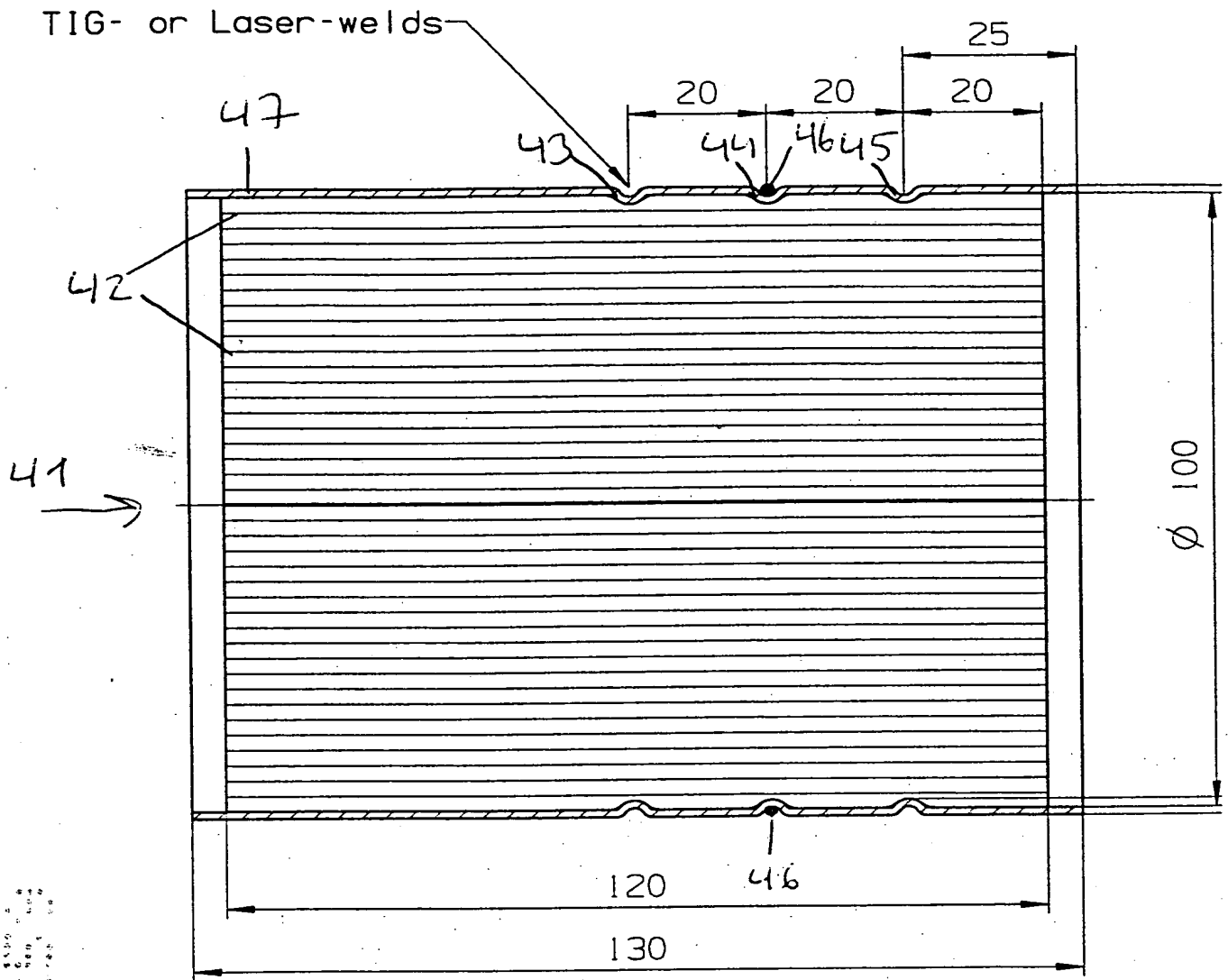


FIG. 3





SECTION A-A

FIG. 4

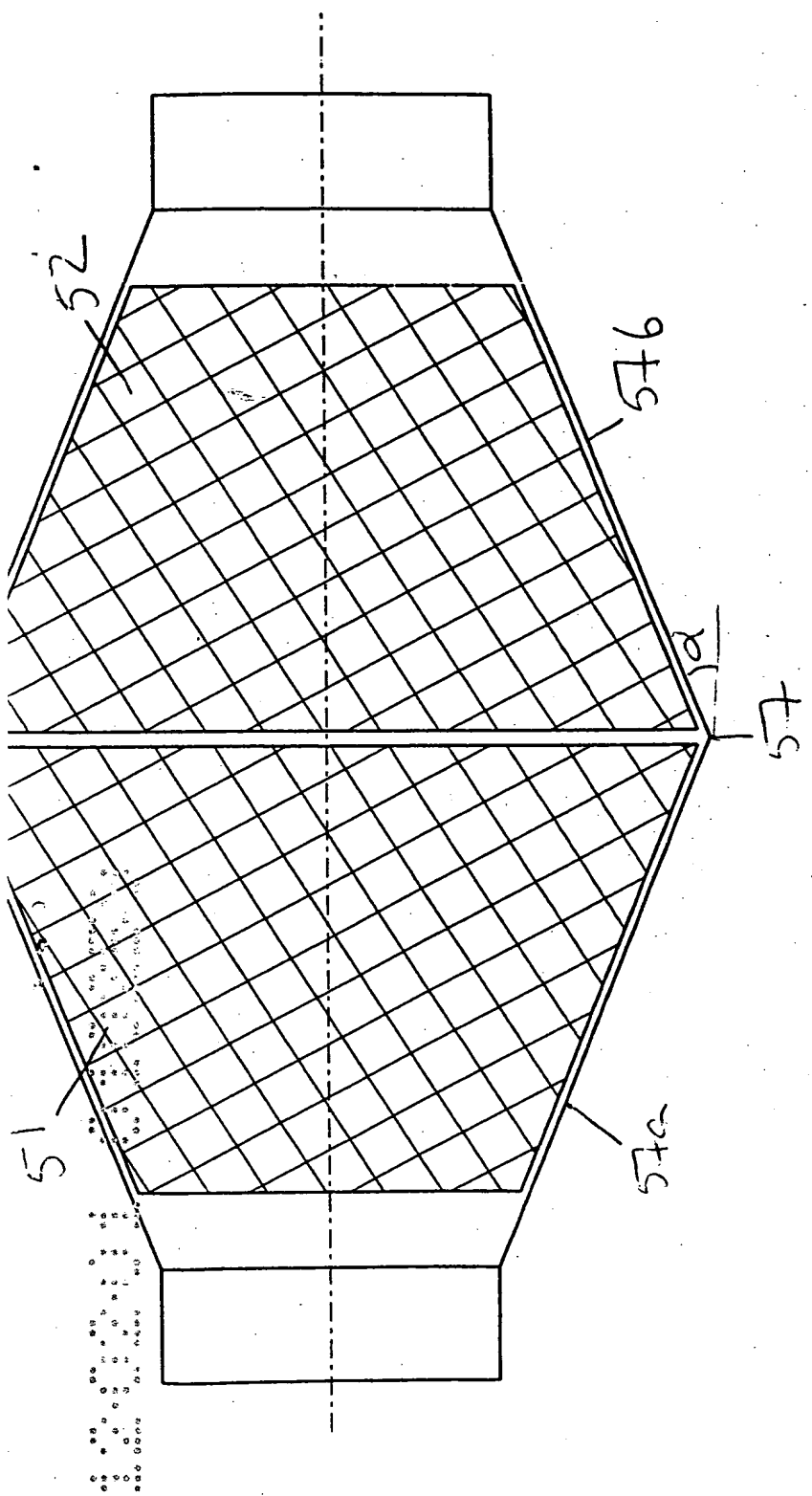


FIG. 5

